

R E M A R K S

I. Introduction

In response to the pending Office Action, Applicants have added new claims 52-57 in order to further clarify the subject matter of the present invention. Support for claims 52-57 may be found, for example, in original claims 6-9, 11 and 12. No new matter has been added.

With regard to the reference entitled “High-quality 4H-AlN of 4H-SiC(11-20) substrate by polytype matching”, the date of the reference is August 30, 2003. Applicants are submitting a copy of the document which was published in “Extended Abstracts for the 64th Autumn Meeting of the Japan Society of Applied Physics”, and which was filed in the IDS of August 18, 2004 and considered by the Examiner in October 2005. Please note the date is on the table of contents and also on the copyright page (6th line from the bottom).

II. Rejection Of Claims 2, 3, 5 and 51 Under 35 U.S.C. § 102

Claims 2, 3, 5 and 51 were rejected under 35 U.S.C. § 102(a) as being anticipated by Onojima et al. (*Appl. Phys. Lett.* Vol. 83 (2003), p. 5208-10).

With regard to the present invention, claim 51 recites a semiconductor device comprising a III-V Nitride semiconductor epitaxial film having 4H-polytype structure formed in contact with a substrate having 4H-type structure, wherein the III-V Nitride semiconductor epitaxial film is a 4H-AlN film.

It is alleged that Onojima explains “that the purpose of the heterostructure is for devices”. However, the reference is referring to devices on a nonpolar plane as recited in the 1st and 2nd paragraphs on page 5208 (“the polytype of the AlN epilayer was a 2H structure”; “we have reported growth of AlN on 6H-SiC (1120) substrates”), not to those with 4H-polytype which is

disclosed in the present invention. As such, Onojima fails to disclose a semiconductor device comprising a III-V Nitride semiconductor epitaxial film having 4H-polytype structure.

Anticipation under 35 U.S.C. § 102 requires that each and every element of the claim be disclosed, either expressly or inherently in a prior art reference, *Akzo N.V. v. U.S. Int'l Trade Commission*, 808 F.2d 1471 (Fed. Cir. 1986). Onojima fails to disclose a semiconductor device comprising a III-V Nitride semiconductor epitaxial film having 4H-polytype structure formed in contact with a substrate having 4H-type structure, wherein the III-V Nitride semiconductor epitaxial film is a 4H-AlN film. Therefore, as it is apparent from the foregoing that Onojima fails to anticipate claim 51 of the present invention, Applicants respectfully request that the § 102 rejections of claim 51 be traversed.

III. All Dependent Claims Are Allowable Because The Independent Claim From Which They Depend Is Allowable

Under Federal Circuit guidelines, a dependent claim is nonobvious if the independent claim upon which it depends is allowable because all the limitations of the independent claim are contained in the dependent claims, *Hartness International Inc. v. Simplimatic Engineering Co.*, 819 F.2d at 1100, 1108 (Fed. Cir. 1987). Accordingly, as claim 51 is patentable for the reasons set forth above, it is respectfully submitted that all pending dependent claims are also in condition for allowance.

Furthermore, as claims 52-57 contain the same features that are allowable over the cited prior art as claim 51, Applicants respectfully submit that new claims 52-57 are allowable over the cited prior art.

IV. Conclusion

Having fully responded to all matters raised in the Office Action, Applicants submit that all claims are in condition for allowance, an indication of which is respectfully solicited.

To the extent necessary, a petition for an extension of time under 37 C.F.R. 1.136 is hereby made. Please charge any shortage in fees due in connection with the filing of this paper, including extension of time fees, to Deposit Account 500417 and please credit any excess fees to such deposit account.

Respectfully submitted,

McDERMOTT WILL & EMERY LLP

Michael E. Fogarty
Registration No. 36,139

Please recognize our Customer No. 53080
as our correspondence address.

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
Phone: 202.756.8000 MEF/NDM:kap
Facsimile: 202.756.8087
Date: July 13, 2007

2003年（平成15年）秋季

第64回応用物理学会学術講演会 講演予稿集

Extended Abstracts (The 64th Autumn Meeting, 2003);
The Japan Society of Applied Physics

No. 1

- 1 放射線・プラズマエレクトロニクス
Radiation · Plasma Electronics
- 2 計測・制御
Measurement and Control
- 8 應用物性
Applied Material Physics
- 9 超伝導
Superconductivity
- 13 結晶工学
Science and Technology of Crystals
- 15 應用物理一般
General Applied Physics
- 合同セッションD:「プラズマCVDの基礎と
応用」
Fundamental Science of Plasma CVD and
Its Application
- 合同セッションE:「スピネレクトロニクスの基礎と
応用」
Spin-electronics : Physics and Applications
- 合同セッションF:「カーボンナノチューブの基礎と
応用」
Physics and Applications of Carbon Nanotubes
- 合同セッションG:「量子情報の基礎と応用」
Fundamentals and Applications of Quantum
Information Technology



期日：2003年8月30日（土）～9月2日（火）

会場：福岡大学（七隈キャンパス）

第64回応用物理学会学術講演会 講演集(2003年秋 福岡大学) ©

30p-G-9 MOCVD 法による Mo/SiO₂/(100)Si 基板上における多結晶 AlN 薄膜の評価(III)Evaluation of AlN Poly-Crystal Film on Mo/SiO₂/(100)Si Using MOCVD(III)

東北大 通研 ○荒井廣、上原謙誠、金成模、黒田卓、中嶋博之、坪内和夫

Tohoku Univ RIEC C.-M.Yang, K.Uchino, S.-K.Kim, S.Kameda, H.Nakao and K.Tsubouchi

ctc2003@ccs.tohoku.ac.jp

【はじめに】高選択率アクセス可能とする 3GHz 帯 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 通信用 RF (Radio Frequency) フィルタへの応用を目的として、FBAR (Film Bulk Acoustic Resonator) デバイスに着目している。FBAR は SAW (Surface Acoustic Wave)、誘電体デバイスなどと比較して小型化・高周波化・低損耗化の点で優れ、多層基板上に製作できるのでワンチップ化出来るという利点がある。AlN は高品質、電気絶縁性が高く、熱伝導率が大きく、FBAR 用圧電材として適している。展開面(um)面積が優先度2かつそのロッキングカーブ半価幅(FWHM) (Full Width at Half Maximum) の値が 4° 以下である事が理想である。前回の報告¹では(0002)面の選択方向と FWHM の関係を主な目的として VHF・キャリアガス供給の調節を行った結果、VHF=2500・H₂ が雰囲気で表面温度 1020°C で半価幅 2.9° が得られたことを発表した。我々の実験している MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 法は、RF 頻射源により 1000°C 以上の炉温で成長温度を 30°C まで抑制する技術を有している。しかしながら、一定の RF 頻射源加熱により 1000°C 以上の炉温で成長温度を 30°C まで抑制する技術がまだ確立されていない。本研究では、RF 頻射を局部により、射拘束ステップで成長温度を低下させ、成長との関係を明らかにした。

【実験・考察】MOCVD 法により Mo/SiO₂ 基板上に AlN を成長 XRD (X-ray Diffraction) で薄膜の評価を行った。AlN の成長条件は VHF=2500・H₂ 頻射源で固定して温度は 1020°C~1050°C の範囲で 5℃/step で行った。成長後は、より成長温度 1042°C で FWHM=4.6° が得られた。「ランダム化するものと想定して 1050°C 付近に最適温度があること」と、表面温度が 1040°C~1100°C の範囲で半価幅 4° 以下になるのが分かった。

1. Rajan S Naik, et al., IEEE Trans. Ultrason., Ferroelectr., Freq. Contr., vol. 47, pp. 292-296, 2000.

2. 中村, 他. 2003 年春季応用物理学会 2003 年 3 月 27 日 27a-V-10

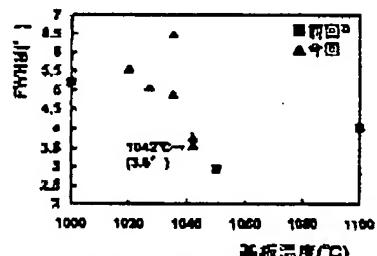


図 1 AlN(0002)面の FWHM

30p-G-10 ポリタイプ整合による 4H-SiC (11-20) 基板上の高品質 4H-AlN

High-quality 4H-AlN on 4H-SiC (11-20) substrate by polytypic matching

京大院・工¹, 科技団さきがけ², 小野島紀夫¹, 須田洋^{1,2}, 木本伍輔¹, 久波弘之¹Kyoto University, PRESTO JST³, N.Oonojima¹, J. Sud^{1,2}, T. Kaneko¹ and H. Maenamai¹
onojima@semicon.kuic.kyoto-u.ac.jp

【はじめに】現在デバイスに用いられている電気物質体系は(0001)面(面)基板上に成長されているが、ある種のデバイス応用においては面以外の表面を持つ高品質成長が実現されている。特に、無い正電荷が働く<0001>面(面)に対して表面を高純度化する高品質成長が求められれば、内部電界フリーなデバイスを実現できる。我々は、AlN と化学的親和性の高い SiC の第 1 類(11-20)面(面)基板上に AlN の成長を行ったところ、SiC 基板のポリタイプの面(面)により、AlN の結晶性が大きく変化することを見込んだ。本報告では、併せて 4H-SiC (11-20)面上に成長した AlN の詳細な構造構成評価と、AlN 結晶性の相違のモデルについて説明する。

【実験と結果】基板は市販されている 6H やおよび 4H-SiC (11-20) 基板を用いた。成長成長は金属 Al とガラスマーケティングの活性ガスを用いた PLD 法で、成長温度は 1000°C で行った。RHEED 計測より、AlN 成長層は基板に対してエピタキシャル成長(epitaxial growth)であり、2 層が形成されることが判明した^[1]。6H やおよび 4H-SiC (11-20) 基板上に成長した AlN 成長層(膜厚 350 nm)の(11-20)面(面)XRD ロックシングカーブ(四)より、6H-SiC 基板よりも 4H-SiC 基板上に成長した AlN 成長層の方が、結晶性が高くなることが分かった。RHEED 計測およびラマン散乱のホールディングモード(四)から、AlN のポリタイプは 6H-SiC 基板上では 2H 基板であるのにに対し、4H-SiC 基板上では AlN の結晶構造としてこれまで報告のない 4H 構造を示すとする結果が得られた。4H-SiC 上の場合は、基板のテンプレート効果が有効的に、成長層が基板と同一のポリタイプになったため、成長欠陥などが大幅に低減されて高品質成長が得られたと考えられる。

【研究】本研究は文部科学省 COE プログラムの援助を受けて実施された。

ラマン散乱スペクトルの解析において、新規、専門技術を駆使して反響工学講義大手 潤志 弘教授に感謝いたします。

[1] N. Oonojima et al., Jpn. J. Appl. Phys. 41, L1348 (2002).

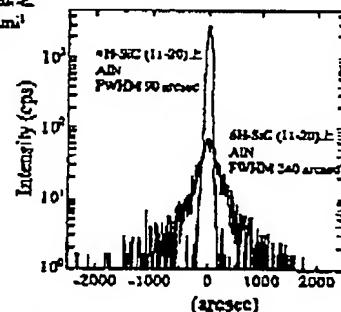


図 2 6H やおよび 4H-SiC (11-20) 基板上 AlN
成長層(膜厚 350 nm)の(11-20)面(面)XRD
プロファイル。
(X 軸入射方向は既存の[1-100]方向に平行)

30p-G-11 積層電極上に形成した AlN 薄膜の結晶配向性と内部応力に及ぼすガス圧の影響

Influence of Sputtering Pressure on Crystal Orientation and Internal Stress of AlN Thin Films Deposited on Laminted Electrode
宇都興業¹, 斎藤技術総合研究所², 長尾 康吾¹, 梅山 守人¹, 井井 英治¹, 上野 伸介², 立山 博², 山田 哲夫¹Okeigo Nagao¹, Morio Akiyama², Eiji Matsui¹, Nobuhiko Ueno², Hiroshi Tachiyama², Tetsuo Yamada¹

29464u@vbo-ind.co.jp

【はじめに】窒化アルミニウム(AlN)薄膜は、弾性波の伝播速度が高く、比較的大きな圧電性を有するため、チガヘルツ帯の圧電薄膜センサへの応用が期待されている。筆者らは、下部基板として Mo 積層電極(Mo/Au/Ti)を用いることにより、その結晶配向性が大幅に向うすることを報告した^[1]。本研究では、積層電極と熱処理膜上に、ガス圧を変化させて AlN 薄膜を形成し、その結晶配向性と内部応力への影響を調べた。

【基板】AlN 薄膜は、RF マグネットロニンスパッタ法により、ガス圧 (Ar+N₂) を 0.5~4.0Pa まで変化させて、上記 2 種類の基板上に形成した。結晶配向性及び内部応力の評価は、それぞれ AlN(002)面の XRD ロックシングカーブ半価幅、及び AlN 成長後の基板の反り量から求めた。

【結果】熱処理膜上に形成した AlN 薄膜はガス圧が 2.0Pa 以下では良好な結晶配向性を示したが、ガス圧が高くなると急激に結晶配向性は低下した。一方、積層電極上では、0.5~4.0Pa の広いガス圧において、FWHM=3deg 程度の良好な結晶配向性を示した。内部応力は、両基板とともにガス圧の低下にともなって逆相側に増加し、0.5Pa では-3GPa 程度の強い圧縮応力を示した。積層では、TEM による断面観察や SIMS による組成分析の結果等を交え、これらの原因について考察する。

[1] 秋山 他: 第 50 回応用物理学会学術講演会講演集, 30a-S-3(2003), p. 61

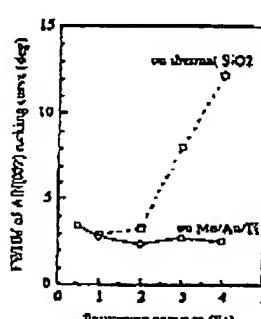


Fig. The FWHM of AlN(002) rocking curve vs. the sputtering pressure.

2003年(平成15年)秋季
第64回応用物理学会学術講演会講演予稿集
第1分冊

Extended Abstracts (The 64th Autumn Meeting, 2003);
The Japan Society of Applied Physics

No. 1

2003年8月30日發行

発行所：(社)応用物理学会
〒102-0073 東京都千代田区九段北1-12-3
井門九段北ビル 5階
TEL 03-3238-1044

© 2003 無断転載を禁ず

印刷：トヨ企画株式会社